



(43) 國際公開日
2003 年 1 月 3 日 (03.01.2003)

PCT

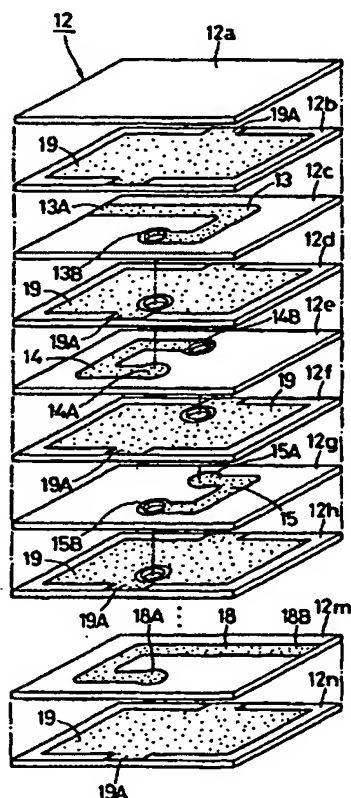
(10) 國際公開番号.
WO 03/001665 A1.

- | | | |
|--|-------------------------------|---|
| (51) 国際特許分類: | H03H 7/075, H01F 17/00, 27/29 | CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神2丁目26番10号 Kyoto (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP02/05864 | |
| (22) 国際出願日: | 2002 年 6 月 12 日 (12.06.2002) | (72) 発明者; および |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山本 秀俊 (YAMAMOTO, Hidetoshi) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所 知的財産グループ内 Kyoto (JP). 内田 勝之 (UCHIDA, Katsuyuki) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所 知的財産グループ内 Kyoto (JP). 石田 康介 (ISHIDA, Kousuke) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所 知的財産グループ内 Kyoto (JP). |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | |
| (30) 優先権データ: | | |
| 特願2001-188483 | 2001 年 6 月 21 日 (21.06.2001) | JP |
| 特願2002-137197 | 2002 年 5 月 13 日 (13.05.2002) | JP |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 村田製作所 (MURATA MANUFACTURING | | (81) 指定国 (国内): CN, GB, KR, US. |

〔統葉有〕

(54) Title: NOISE FILTER

(54) 発明の名称: ノイズフィルタ



(57) Abstract: A small, low-cost noise filter capable of preventing noise resonance and advantageously being used in an electronic apparatus having a signal frequency higher than 100 MHz, the filter comprising transmission lines and grounding conductors alternately disposed, with magnetic sheets interposed between them and with some of the magnetic sheets disposed in the outermost layers, in a laminate formed by laminating and firing magnetic sheets. A signaling electrode connected to transmission lines and a grounding electrode connected to grounding conductors are formed on the outer surface of the laminate. Accordingly, signals are passed through transmission lines with grounding conductors grounded to thereby attenuate high-frequency noise by using heat loss by magnetic sheets.

[統葉有]

WO 03/001665 A1



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

ノイズの共振を防ぐことができ、小型で安価な、特に信号周波数が100MHzを超えている電子機器に使用されるノイズフィルタとして有用である。ノイズフィルタは、磁性体シートを積層すると共に、これらを焼成してなる積層体内に、接地導体が最外層に配置されるとともに、伝送線路と接地導体が交互に磁性体シートを挟んで配置される。積層体の外表面には、伝送線路に接続された信号用電極と、接地導体に接続された接地用電極が形成されている。これにより、接地導体を接地した状態で伝送線路に信号を通過させることにより、高周波数のノイズを磁性体シートによる熱損失を用いて減衰することができる。

明細書

ノイズフィルタ

技術分野

本発明は、電子機器の電磁雑音障害を抑制するのに用いて好適なノイズフィル
5 タに関する。

背景技術

一般に、電子機器の電磁雑音障害を抑制するために各種のノイズフィルタが用
いられている。そして、従来技術によるノイズフィルタとして、例えば3端子コ
10 ンデンサのように集中定数による回路を形成したものが知られている（例えば、
特開平10-154632号公報等）。このような従来技術によるノイズフィル
タでは、雑音（ノイズ）となる周波数で反射係数を増大させる反射損失を用いて
ノイズの抑制を行っている。

また、他の従来技術によるノイズフィルタとして、多数のインダクタとキャパ
15 シタからなる回路を形成したのも知られている（例えば、特開2000-34
8944号公報等）。

ところで、上述した従来技術では、反射損失によってノイズを抑制しているか
ら、例えば回路間を接続する線路中にノイズフィルタを配設した場合、ノイズフ
ィルタと周辺の回路との間で特定の周波数のノイズが共振することがあり、この
20 共振によりノイズを増幅してしまうという問題があった。

特に、近年はデジタル機器に用いる信号周波数が高周波化する傾向があり、信
号周波数が100MHzを超えている電子機器が増加している。このため、遮断
周波数が200MHz以上であるローパスフィルタが求められているのに対し、
例えばノイズフィルタと周囲の部品との間の線路長や複数の部品間の線路長等が
25 200MHz以上の高周波の信号（ノイズ）に対して共振し易い長さ寸法となっ
ている。従って、信号周波数が100MHzを超えている電子機器には、従来技
術のように反射損失を用いるノイズフィルタは使用し難い傾向があった。

また、他の従来技術では、反射損失を低下させることによって共振現象を抑制

している。しかし、他の従来技術によるノイズフィルタでは、多数のインダクタとキャパシタを接続することによって回路を構成しているから、構造が複雑で小型化が難しく、製造コストが増大すると共に、チップ形状ではないためプリント配線に対して取り付け難いという問題があった。

- 5 本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、ノイズの共振を防ぐことができ、小型で安価なノイズフィルタを提供することにある。

発明の開示

- 10 上述した課題を解決するために、請求項1の発明によるノイズフィルタは、重なり合う2枚の磁性体シートを有し、該2枚の磁性体シート間に伝送線路を配設し、前記2枚の磁性体シートを2枚の接地導体によって上、下から挟む構成としている。

- 15 このように構成したことにより、磁性体シートを構成する磁性材料は伝送線路を通過する信号の周波数が高くなるに従って信号の熱損失が増大するから、このような熱損失を用いることによってノイズを抑制することができる。

- 20 また、伝送線路の幅寸法、磁性体シートの厚さ寸法を適宜設定することによって、ノイズフィルタの特性インピーダンスを設定することができる。特に、磁性材料の比誘電率は信号の周波数に関係なくほぼ一定値となるから、この特性インピーダンスを信号の周波数に依らずほぼ一定値に保持することができる。このため、ほぼ全ての周波数領域についてノイズフィルタに接続される回路に対するインピーダンス整合を取ることができ、ノイズフィルタの反射損失を低下させることができる。

- 25 さらに、2枚の磁性体シート間に伝送線路を配設すると共に、当該2枚の磁性体シートを2枚の接地導体によって挟むから、接地導体によって2枚の磁性体シート間に位置する伝送線路をその全長に亘って覆うことができる。このため、伝送線路の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定できるから、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができる。また、伝送線路を通過する信号を2枚の接地導体間に閉じ込めることができ、

通過帯域での信号の減衰を防止できると共に、外部から伝送線路中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

請求項2の発明は、重なり合う複数枚の磁性体シートを有し、これら各磁性体シートの最上層と最下層とに接地導体を配置する状態で、前記各磁性体シート間
5 に伝送線路と当該接地導体とを交互に積み重ね、複数層の伝送線路を前記各磁性体シートを貫通して設けた貫通線路によって直列接続する構成としている。

これにより、高周波数の信号が伝送線路を通過するときには、磁性体シートの熱損失が増大するのを利用してノイズを抑制することができる。また、伝送線路の幅寸法、磁性体シートの厚さ寸法を適宜設定することによって、ノイズフィル
10 タの特性インピーダンスを設定できる。特に、磁性材料の比誘電率は信号の周波数に関係なくほぼ一定値となるから、ほぼ全ての周波数領域についてノイズフィルタと該ノイズフィルタに接続される回路との間でインピーダンス整合を取ることができ、ノイズフィルタの反射損失を低下させることができる。

さらに、重なり合う複数枚の磁性体シートの最上層と最下層とに接地導体を配
15 置する状態で、前記各磁性体シート間に伝送線路と接地導体とを交互に積み重ねたから、各層の伝送線路を2枚の磁性体シート間に配置できると共に、2枚の接地導体によって各層の伝送線路をその全長に亘って覆うことができる。このため、伝送線路を通過する信号を接地導体間に閉じ込めることができ、通過帯域での信号の減衰を防止できる。

20 また、重なり合う複数枚の磁性体シートはその最上層と最下層とに接地導体を配置するから、外部からの伝送線路中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

また、全ての伝送線路の幅寸法をほぼ等しい値に設定すると共に、全ての磁性体シートの厚さ寸法をほぼ等しい値に設定した場合には、各層の伝送線路に対す
25 る特性インピーダンスを相互にほぼ一致させることができる。このため、相互に直列接続された伝送線路の全体に亘って特性インピーダンスをほぼ一定値に設定できるから、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができ、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。

さらに、各磁性体シートを貫通して設けた貫通線路によって複数層の伝送線路を直列接続したから、伝送線路の全長を長くすることができ、伝送線路を通過するノイズの減衰量を増加させることができる。

- 請求項3の発明は、伝送線路は折返し部を有する略円弧状またはコ字状をなし、
5 これらの全体によって厚さ方向に対してコイル状に形成したことにある。

これにより、ノイズフィルタの厚さ寸法は増大する傾向があるものの、ノイズフィルタの底面積をコイルの開口面積と同程度に設定することができる。このため、狭い設置場所に対してもノイズフィルタを配置することができる。

- 請求項4の発明は、伝送線路を蛇行したジグザグ状に形成したことにある。これにより、伝送線路を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

請求項5の発明は、磁性体シートを磁性特性をもったセラミックス材料によって形成したことにある。これにより、磁性体シートを重ね合わせた状態で焼成することによってノイズフィルタを形成することができる。

- 15 請求項6の発明は、磁性体シートを磁性粉を混入した樹脂材料によって形成したことにある。これにより、磁性体シートを接着剤を用いて接合することによってノイズフィルタを形成することができ、焼成等の製造工程を省くことができ、生産性を向上させることができる。

- 請求項7の発明は、磁性体シートは四角状に形成し、該磁性体シートの長さ方向
20 向両端側には前記伝送線路の両端に接続された信号用電極を設け、該磁性体シートの長さ方向中間位置には前記接地導体に接続された接地用電極を設ける構成としたことにある。

- これにより、2つの回路間を接続する配線は直線状に延びているから、このような配線の途中に対して、磁性体シートの長さ方向両端側に位置する信号電極を
25 容易に接続することができる。また、磁性体シートの長さ方向中間位置に設けられた接地用電極も配線の周辺に設けられた接地端子に容易に接続することができるから、ノイズフィルタの組付け性を向上することができる。

請求項8の発明は、重なり合う複数枚の磁性体シートを有し、これら各磁性体シートの最上層と最下層とに接地導体を配置する状態で、前記各磁性体シート間

に伝送線路と接地導体とを交互に積み重ね、複数層の伝送線路の一端側は互いに異なる信号入力用電極に接続し、複数層の伝送線路の他端側は互いに異なる信号出力用電極に接続する構成としている。

これにより、複数層の伝送線路は互いに異なる信号入力用電極、信号出力用電
5 極に接続するから、複数層の伝送線路をそれぞれ個別にローパスフィルタとして
作動させることができ、全体としてノイズフィルタアレイを構成することができる。
そして、高周波数の信号が各層の伝送線路を通過するときには、磁性体シー
トの熱損失が増大するのを利用してノイズを抑制することができる。また、伝送
線路の幅寸法、磁性体シートの厚さ寸法を適宜設定することによってノイズフィ
10 ルタの特性インピーダンスを設定できる。特に、磁性材料の比誘電率は信号の周
波数に関係なくほぼ一定値となるから、ほぼ全ての周波数領域についてノイズフ
ィルタに接続される回路に対するインピーダンス整合を取ることができ、ノイズ
フィルタの反射損失を低下させることができる。

また、複数層の伝送線路はそれぞれ独立したローパスフィルタとして作動する
15 から、例えば複数層の伝送線路を磁性体シートを貫通した貫通線路を用いて接続
した場合には不連続点となる貫通線路近傍でインピーダンスの不整合が生じ易い
のに比べて、伝送線路の途中でインピーダンスの不整合が生じることがない。こ
のため、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑
制することができると共に、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取るこ
20 とができる。

さらに、重なり合う複数枚の磁性体シートの最上層と最下層とに接地導体を配
置する状態で、前記各磁性体シート間に伝送線路と接地導体とを交互に積み重ね
たから、各層の伝送線路を2枚の磁性体シート間に配置できると共に、2枚の接
地導体によって各層の伝送線路をその全長に亘って覆うことができる。このため、
25 各層の伝送線路を通過する信号を接地導体間に閉じ込めることができ、通過帯域
での信号の減衰を防止できる。

また、重なり合う複数枚の磁性体シートはその最上層と最下層とに接地導体を
配置するから、外部から各層の伝送線路中にノイズが混入するのを防ぐことがで
き、信号を確実に伝達することができる。

請求項 9 の発明では、伝送線路を蛇行したジグザグ状に形成し、請求項 10 の発明では、伝送線路を渦巻き状に形成している。これにより、伝送線路を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

- 5 請求項 11 の発明は、遮断周波数が 200 MHz から 2 GHz の範囲にあり、前記磁性体シートの比透磁率を μ_r 、前記伝送線路の長さ寸法を L [mm] としたときに、 $4 \leq \mu_r \leq 30$ の範囲にあり、 $L/\sqrt{(\mu_r - 1)} \geq 3$ mm に設定したことにある。なお、ここで比透磁率 μ_r は磁性体シートの透磁率 μ [H/m] と真空中の透磁率 μ_0 [H/m] との比を表しており、以下の数 1 の式で表される
- 10 値を示している。

【数 1】

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

- このように、磁性体シートの比透磁率 μ_r を $4 \leq \mu_r \leq 30$ の範囲内に設定すると共に、 $L/\sqrt{(\mu_r - 1)} \geq 3$ mm となるように伝送線路の長さ寸法 L を設定することによって、遮断周波数の範囲を容易に $200 \text{ MHz} \leq f_c \leq 2 \text{ GHz}$ の範囲内に設定することができる。また、ノイズの減衰曲線の傾き（信号の周波数
- 15 に対する減衰量変化の割合）は、伝送線路の長さ寸法 L に比例して大きくなると共に、磁性体シートの比透磁率 μ_r に対して $\sqrt{(\mu_r - 1)}$ に反比例して大きくなる傾向がある。このため、磁性体シートの比透磁率 μ_r を $4 \leq \mu_r \leq 30$ の範囲に設定し、 $L/\sqrt{(\mu_r - 1)} \geq 3$ mm に設定することによって、ノイズの減衰曲線の傾きを例えば 20 dB/déc. 以上にすることができ、信号とノイズとの
- 20 減衰量の差を大きくすることができる。

請求項 12 の発明は、接地導体の厚さ寸法を前記伝送線路の厚さ寸法よりも薄く形成したことにある。

- これにより、ノイズフィルタ全体の厚さ寸法を薄くすることができ、小型化を図ることができる。また、伝送線路の厚さ寸法を接地導体に比べて厚くすること
- 25 ができるから、伝送線路の直流抵抗を小さくすることができ、より大きな電流を流すことができる。

図面の簡単な説明

第1図は、第1の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。第2図は、本発明の第1の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。第3図は、ノイズフィルタを第1図中の矢示III-III方向からみた断面図である。第4図は、ノイズフィルタを第3図中の矢示IV-IV方向からみた断面図である。第5図は、ノイズフィルタを第4図中の矢示V-V方向からみた断面図である。第6図は、磁性体シートの比透磁率 μ_r を10に設定したときの信号の周波数と減衰量との関係を示す特性線図である。第7図は、伝送線路の長さ寸法Lを50mmに設定したときの信号の周波数と減衰量との関係を示す特性線図である。第8図は、定数Cを20mmに設定したときの信号の周波数と減衰量との関係を示す特性線図である。第9図は、定数Cを3mmに設定したときの信号の周波数と減衰量との関係を示す特性線図である。第10図は、定数Cと減衰曲線の傾きとの関係を示す特性線図である。第11図は、遮断周波数 f_c と磁性体シートの比透磁率 μ_r との関係を示す特性線図である。第12図は、第2の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。第13図は、第2の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。第14図は、ノイズフィルタを第12図中の矢示XIV-XIV方向からみた断面図である。第15図は、ノイズフィルタを第14図中の矢示XV-XV方向からみた断面図である。第16図は、第1の変形例によるノイズフィルタを示す第5図と同様な位置からみた断面図である。第17図は、第3の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。第18図は、第3の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。第19図は、第4の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。第20図は、第4の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。第21図は、第20図中の第4の伝送線路を示す平面図である。第22図は、第2の変形例による伝送線路を示す平面図である。第23図は、第3の変形例によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。第24図は、第4の変形例によるノイズフィルタを示す第3図と同様な位置からみた断面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態によるノイズフィルタを、第1図ないし第24図に基づき詳細に説明する。

- 5 第1図ないし第5図は第1の実施の形態に係り、1は本実施の形態によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ1は後述する磁性体シート2a～2d、伝送線路3、接地導体4、信号用電極5、接地用電極6によって構成されている。また、ノイズフィルタ1の遮断周波数 f_c は、例えば200MHzから2GHz程度の範囲内の値($200\text{MHz} \leq f_c \leq 2\text{GHz}$)に設定されている。
- 10 積層体2は、ノイズフィルタ1の外形を構成する略角柱状の形状を有し、該積層体2は、例えば4枚の磁性体シート2a～2dを重ねて積層した状態でプレスした後、これらの磁性体シート2a～2dを焼成することによって形成されている。また、磁性体シート2a～2dは、略四角形の板状に形成され、例えばフェライト等の磁性特性を有するセラミックス材料によって形成されている。そして、
- 15 後述の2枚の接地導体4に挟まれた磁性体シート2b、2cは、その比透磁率 μ_r が例えば4から30程度の範囲内の値($4 \leq \mu_r \leq 30$)に設定されている。
- なお、磁性体シート2a、2dと磁性体シート2b、2cとは異なる材料を用いてもよい。但し、製造コストの低減するためには、4枚の磁性体シート2a～2dは全て同じ材料を用いることが好ましい。
- 20 伝送線路3は、磁性体シート2b、2c間に配設され、該伝送線路3は、例えば銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料によって略帯状に形成され、磁性体シート2b、2cの短尺方向中央側に位置して長さ方向に向けて直線状に延びている。そして、伝送線路3は、後述の2枚の接地導体4間の略中央に位置し、略全長に亘って2枚の接地導体4によって覆われている。また、伝送線路3は、
- 25 その両端側が電極部3Aとなり、信号用電極5に接続されている。

 ここで、伝送線路3の幅寸法をA、2枚の接地導体4間の距離寸法をB、積層体2（磁性体シート2b、2c）の透磁率を μ 、積層体2の誘電率を ϵ としたときには、伝送線路3の特性インピーダンスWは以下の数2の式に示す値となる。

【数 2】

$$W = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{B}{A}$$

また、伝送線路の長さ寸法 L は、磁性体シート 2 b, 2 c の比透磁率 μ_r に対して例えば以下の数 3 の式を満たす値に設定されている。

【数 3】

$$\frac{L}{\sqrt{\mu_r - 1}} \geq 3\text{mm}$$

なお、小型のチップ部品によってノイズフィルタ 1 を構成する場合には、伝送
5 線路の長さ寸法 L は、例えば 100 mm 以下である必要がある。一方、磁性体シート 2 b, 2 c の比透磁率 μ_r は $4 \leq \mu_r \leq 30$ に設定されている。このため、 $L / \sqrt{(\mu_r - 1)}$ の値は、以下の数 4 の式に示すように 3 mm 以上かつ 20 mm 以下であることが好ましい。

【数 4】

$$3\text{mm} \leq \frac{L}{\sqrt{\mu_r - 1}} \leq 20\text{mm}$$

接地導体 4 は、磁性体シート 2 b の表面側と磁性体シート 2 c の裏面側とにそ
10 れぞれ設けられ、これらの接地導体 4 は、ノイズフィルタ 1 のうち厚さ方向の中間に位置する 2 枚の磁性体シート 2 b, 2 c を上, 下方向から挟むものである。また、各接地導体 4 は、例えば銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体シート 2 b, 2 c を略全面に亘って覆っている。さらに、接地導体 4 のうち略四角状をなす磁性体シート 2 b, 2 c の
15 長さ方向（第 2 図中の左, 右方向）中間位置には、幅方向（第 2 図中の前, 後方向）両端側に向けて舌状に突出して延びる電極部 4 A が設けられ、該電極部 4 A は後述の接地用電極 6 に接続されている。そして、各接地導体 4 は、磁性体シート 2 a, 2 d によって覆われている。

信号用電極 5 は、積層体 2（磁性体シート 2 a ~ 2 d）の長さ方向両端側にそ
20 れぞれ設けられ、該信号用電極 5 は、積層体 2 の端面を覆うと共に、その表面、

裏面および側面を筒状に覆っている。そして、信号用電極5は、例えば積層体2の両端側に導電性金属材料を塗布した後に、この導電性金属材料を焼き付けることによって固定され、伝送線路3の電極部3Aに接続されている。

5 接地用電極6は、積層体2の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられ、該接地用電極6は、略コ字状をなし、積層体2の側面に厚さ方向に沿って帯状に延びると共に、その一部が積層体2の表面と裏面とに延伸している。そして、接地用電極6は、例えば積層体2の側面側に導電性金属材料を塗布した状態で焼き付けることによって形成され、接地導体4の電極部4Aに接続されている。

10 本実施の形態によるノイズフィルタ1は上述の如く構成されるものであり、次にその作動について説明する。

まず、信号が伝達される配線が設けられた基板上にノイズフィルタ1を配置し、配線の途中に信号用電極5をそれぞれ接続すると共に、接地用電極6を接地端子に接続する。これにより、信号は伝送線路3を通じて伝達されると共に、接地導体4は接地電位となる。

15 ここで、磁性体シート2a～2dを構成するフェライト等の磁性材料は伝送線路3を通過する信号の周波数が高くなるに従って信号の熱損失が増大する傾向がある。このため、このような熱損失を用いることによって低域通過型フィルタを構成することができるから、伝送線路3は、例えば200MHzから2GHz程度に設定された遮断周波数 f_c よりも低い周波数(100MHz～1GHz程度)の信号を通過させ、これよりも高い周波数の信号をノイズとして減衰し、抑制することができる。

25 また、伝送線路3の幅寸法A、磁性体シート2b、2cの厚さ寸法(接地導体4間の距離寸法B)を適宜設定することによってノイズフィルタ1の特性インピーダンスWを設定することができる。さらに、磁性材料の比誘電率 μ_r は信号の周波数に関係なくほぼ一定値となるから、特性インピーダンスWを信号の周波数に依らずほぼ一定値に保持することができる。このため、ノイズフィルタ1に接続される回路に対して、ほぼ全ての周波数領域についてインピーダンス整合を取ることができ、ノイズフィルタ1の反射損失を低下させ、共振によるノイズの増

大を防止することができる。

さらに、2枚の磁性体シート2b、2c間に伝送線路3を配設すると共に、当該2枚の磁性体シート2b、2cを2枚の接地導体4によって挟む構成としたから、2枚の接地導体4によって磁性体シート2b、2c間に位置する伝送線路3をその全長に亘って覆うことができる。このため、伝送線路3の全長に亘って特性インピーダンスWを一定値に設定できるから、伝送線路3の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができる。また、伝送線路3を通過する信号を接地導体4間に閉じ込めることができ、通過帯域での信号の減衰を防止できると共に、外部からの伝送線路3中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

なお、ノイズフィルタ1の遮断周波数 f_c は、磁性体シート2a～2dの磁性材料の組成（磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r ）および伝送線路3の長さ寸法Lを調整することによって適宜設定できるものである。

そこで、次に磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r および伝送線路3の長さ寸法Lに対する遮断周波数 f_c の関係について、第6図ないし第11図を参照しつつ検討する。

まず、磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r を一定の値として例えば10とし（ $\mu_r=10$ ）、伝送線路3の長さ寸法Lを5mm、10mm、20mm、50mmにそれぞれ設定し、ノイズフィルタ1のシミュレーションを行った。

この結果、第6図に示すように4種類の伝送線路3の長さ寸法Lに対応して、4本の減衰曲線を得た。

第6図の結果より、伝送線路3の長さ寸法Lが長くなるに従って、遮断周波数 f_c （減衰量が-3dBとなる周波数）は低下すると共に、例えば減衰量が-10dB付近での減衰曲線の傾き（周波数変化に対する減衰量変化の割合）は増加することが分かる。

一方、伝送線路3の長さ寸法Lを一定の値として例えば50mmとし（ $L=50$ mm）、磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r を3、5、10、20、30にそれぞれ設定し、ノイズフィルタ1のシミュレーションを行った。この結果、第7図に示すように5種類の比透磁率 μ_r に対応して、5本の減衰曲線を得た。

第7図の結果より、比透磁率 μ_r が大きくなるに従って、遮断周波数 f_c は低下するものの、例えば減衰量が -10 dB 付近での減衰曲線の傾きは減少することが分かる。

これらの特性を本願発明者等が鋭意検討した結果、伝送線路3の長さ寸法 L と
5 磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r とに基づいて以下の数5の式によって定まる定数 C [mm] が同一となる場合に、長さ寸法 L 、比透磁率 μ_r が異なるときであっても、減衰曲線の形状（傾き）はほぼ同一となることが分かった。

【数5】

$$C = \frac{L}{\sqrt{\mu_r - 1}}$$

例えば、第8図は、定数 C を一定の値として例えば 20 mm とし（ $C=20\text{ mm}$ ）、磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r を3、5、10、20、30にそ
10 れぞれ設定すると共に、伝送線路3の長さ寸法 L を 35 mm 、 45 mm 、 63 mm 、 89 mm 、 109 mm にそれぞれ設定し、シミュレーションを行った場合の減衰曲線を示している。

また、第9図は、定数 C を一定の値として例えば 3 mm とし（ $C=3\text{ mm}$ ）、磁性体シート2b、2cの比透磁率 μ_r を3、5、10、20、30にそれぞれ
15 設定すると共に、伝送線路3の長さ寸法 L を 5.19 mm 、 6.72 mm 、 9.48 mm 、 13.4 mm 、 16.4 mm にそれぞれ設定し、シミュレーションを行った場合の減衰曲線を示している。

このように、定数 C が同一となる場合には、比透磁率 μ_r が大きくなるに従って、遮断周波数 f_c は低下するものの、長さ寸法 L 、比透磁率 μ_r が異なるときで
20 も、減衰曲線の形状（傾き）はほぼ同一となる。また、定数 C が大きくなるに従って、減衰曲線の傾きは大きくなる。

そこで、定数 C と減衰量が -10 dB 付近での減衰曲線の傾きとの関係を検討したところ、第10図に示す結果を得た。ここで、一般にノイズ対策に用いられるバイパスコンデンサの減衰曲線の傾きは $20\text{ dB}/\text{dec.}$ であり、ノイズ対
25 策部品として用いるにはこれ以上の傾きを有していることが望ましい。第10図の結果より、定数 C が 3 mm 以上であれば、減衰曲線の傾きが $20\text{ dB}/\text{dec.}$

以上となり、ノイズ対策部品として優れた効果を発揮することが分かる。

また、第8図および第9図の結果より、比透磁率 μ_r が同じ値となる場合には、定数Cが小さくなるに従って、遮断周波数 f_c （減衰量が -3 dB となる周波数）が高くなることが分かる。このため、ノイズフィルタ1の最高の遮断周波数 f_c を検討するために、定数Cを 3 mm とし（ $C=3\text{ mm}$ ）、比透磁率 μ_r と遮断周波数 f_c との関係を検討した。この結果を第11図に示す。

ここで、近年は、デジタル機器同士で情報伝達を行う手段として無線LANが普及し始めており、この無線LANには例えば 2.45 GHz および 5 GHz 程度の高周波の信号が用いられている。このため、これらの高周波の信号に対してデジタル機器内の低周波（数百 MHz 程度）の信号を保護するためには、遮断周波数が 2 GHz 以下であるノイズフィルタが必要となっている。そこで、第11図の結果を検討すると、遮断周波数 f_c を 2 GHz に設定するためには、比透磁率 μ_r を4程度に設定すればよいことが分かる。

なお、数5の式によれば、定数Cは $\sqrt{\mu_r - 1}$ に反比例しているから、伝送線路3の長さ寸法Lが一定であれば、比透磁率 μ_r は小さい値に設定した方が、定数Cを大きくして減衰曲線の傾きを大きくすることができる。また、定数Cが一定であれば、比透磁率 μ_r は小さい値に設定した方が、伝送線路3の長さ寸法Lを短くすることができ、ノイズフィルタ1を小型化することができる。

従って、比透磁率 μ_r はできるだけ小さい値として4程度に設定することが望ましい。但し、第11図の結果によれば、定数Cが最小値である 3 mm としたとき（ $C=3\text{ mm}$ ）に、比透磁率 μ_r は30程度に設定しても、遮断周波数 f_c をデジタル機器等で必要となる 200 MHz 程度に設定することができる。このため、比透磁率 μ_r は、4以上かつ30以下の範囲内（ $4 \leq \mu_r \leq 30$ ）に設定することが好ましい。

また、伝送線路3の長さ寸法Lは、長くなるほど定数Cが増大するから、できるだけ長い値に設定することが好ましい。しかし、長さ寸法Lが長くなるに従ってノイズフィルタ1の全体形状が大きくなるから、ノイズフィルタ1を実用的な大きさにするためには、長さ寸法Lはおよそ 100 mm 以下である必要がある。ここで、比透磁率 μ_r の最小値は4だから、定数Cの最大値はおよそ20程度と

なる。従って、定数Cは、3 mm以上かつ20 mm以下の範囲内 ($3\text{ mm} \leq C \leq 20\text{ mm}$) に設定することが好ましい。

このように、本実施の形態によれば、2枚の磁性体シート2b, 2c間に伝送線路と配設すると共に、これらの磁性体シート2b, 2cを2枚の接地導体4に
5 よって覆う構成としたから、磁性体シート2b, 2cを構成する磁性材料の熱損失を用いることによってノイズを抑制することができる。また、伝送線路3の特性インピーダンスWを信号の周波数に依らずほぼ一定値に保持することができるから、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。このため、ノイズフィルタ1の反射損失を低下させることができ、共振によるノイズの増大
10 を防止することができる。

また、2枚の接地導体4によって磁性体シート2b, 2c間に位置する伝送線路3をその全長に亘って覆うことができるから、伝送線路3の全長に亘って特性インピーダンスWを一定値に設定することができ、伝送線路3の途中でノイズが
15 反射することがないのに加え、伝送線路3を通過する信号を接地導体4間に閉じ込めることができる。このため、通過帯域での信号の減衰を防止できると共に、外部からの伝送線路3中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

さらに、磁性体シート2a~2dは略四角状に形成し、該磁性体シート2a~2dの長さ方向両端側には伝送線路3の両端に接続された信号用電極5を設け、
20 該磁性体シート2a~2dの長さ方向中間位置には接地導体4に接続された接地用電極6を設ける構成としたから、直線状に延びる配線の途中に磁性体シート2a~2dの長さ方向両端側に位置する信号用電極5を容易に接続することができる。また、磁性体シート2a~2dの長さ方向中間位置に設けられた接地用電極6も配線の周辺に設けられた接地端子に容易に接続することができるから、ノイ
25 ズフィルタ1の組付け性を向上することができる。

また、磁性体シート2b, 2cの比透磁率 μ_r を $4 \leq \mu_r \leq 30$ の範囲内に設定すると共に、定数Cが3 mm以上 ($C \geq 3\text{ mm}$) となるように、伝送線路の長さ寸法Lを設定したから、遮断周波数 f_c の範囲を容易に実用的な周波数帯である
 $200\text{ MHz} \leq f_c \leq 2\text{ GHz}$ の範囲内に設定することができる。さらに、ノイ

ズの減衰曲線の傾きは、伝送線路 3 の長さ寸法 L に比例して大きくなると共に、 $\sqrt{(\mu_r - 1)}$ に反比例して大きくなる傾向がある。このため、磁性体シート 2 b, 2 c の比透磁率 μ_r を $4 \leq \mu_r \leq 30$ の範囲に設定し、定数 C を 3 mm 以上に設定することによって、ノイズの減衰曲線の傾きを例えば 20 dB/dec. 以上にすることができる。この結果、信号とノイズとの減衰量の差を大きくすることができるから、信号は減衰させずに通過させることができると共に、ノイズを確実に減衰させることができる。

次に、第 12 図ないし第 15 図は本発明の第 2 の実施の形態によるノイズフィルタを示し、本実施の形態によるノイズフィルタの特徴は、磁性体シートの最上層と最下層とが接地導体となるように当該磁性体シート間に伝送線路と当該接地導体とを交互に積み重ね、複数層の伝送線路を直列接続する構成としたことにある。

ノイズフィルタ 11 は、後述する磁性体シート 12 a ~ 12 n、伝送線路 13 ~ 18、接地導体 19、貫通線路 20 ~ 24、信号用電極 25、接地用電極 26 によって構成されている。

積層体 12 はノイズフィルタ 11 の外形を構成する略角柱状の形状を有し、該積層体 12 は、例えば 14 枚の磁性体シート 12 a ~ 12 n を重ねて積層した状態でプレスした後、これらの磁性体シート 12 a ~ 12 n を焼成することによって形成されている。そして、磁性体シート 12 a ~ 12 n は、略四角形の板状に形成され、例えばフェライト等の磁性特性を有するセラミックス材料によって形成されている。

伝送線路 13 ~ 18 は、各組の磁性体シート 12 b, 12 c 間、磁性体シート 12 d, 12 e 間、磁性体シート 12 f, 12 g 間、磁性体シート 12 h, 12 i 間、磁性体シート 12 j, 12 k 間、磁性体シート 12 l, 12 m 間にそれぞれ配設され、該各伝送線路 13 ~ 18 は、導電性金属材料によって折返し部を有する略コ字状または円弧状をなして形成され、これらが直列接続されることによって積層体 12 の厚さ方向に対して略四角形または円形の開口を有する枠型のコイル状をなしている。

ここで、上層側に位置する磁性体シート12b, 12c間の伝送線路13は、その一端側が積層体12の長さ方向一端側に向かって延びた電極部13Aをなし、後述の信号用電極25に接続されると共に、その他端側には磁性体シート12c, 12dを貫通するスルーホール13Bが設けられている。

- 5 また、磁性体シート12d, 12e間の伝送線路14は、その一端側にスルーホール13Bを通じて伝送線路13に接続するための接続部14Aが設けられ、他端側には磁性体シート12e, 12fを貫通するスルーホール14Bが設けられている。

- 同様に、磁性体シート12f, 12g間の伝送線路15も、その一端側に接続部15Aが設けられ、他端側にはスルーホール15Bが設けられている。磁性体シート12h, 12i間の伝送線路16も、その一端側に接続部16Aが設けられ、他端側にはスルーホール16Bが設けられている。磁性体シート12j, 12k間の伝送線路17も、その一端側に接続部17Aが設けられ、他端側にはスルーホール17Bが設けられている。

- 15 また、下層側に位置する磁性体シート12l, 12m間の伝送線路18は、その一端側にスルーホール17Bを通じて伝送線路17に接続するための接続部18Aが設けられると共に、その他端側が積層体12の長さ方向他端側に向かって延びた電極部18Bをなし、後述の信号用電極25に接続されている。

- そして、伝送線路13～18の特性インピーダンスは、第1の実施の形態による伝送線路3と同様に伝送線路13～18の幅寸法、隣り合う接地導体19間の距離寸法、積層体12の透磁率、誘電率によって決定される。このため、伝送線路13～18の幅寸法をほぼ等しい値に設定すると共に、磁性体シート12b～12mの厚さ寸法をほぼ等しい値に設定することによって、伝送線路13～18の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定することができる。

- 25 接地導体19は、各層の伝送線路13～18を挟むように磁性体シート12a～12nの間にそれぞれ設けられ、各接地導体19は、磁性体シート12b～12mの最上層と最下層とにそれぞれ配置されると共に、磁性体シート12b～12m間に伝送線路13～18と交互に積み重ねられている。そして、接地導体19は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体シート12

b~12mを略全面に亘って覆っている。さらに、接地導体19には第1の実施の形態による接地導体4とほぼ同様に幅方向両端側に向けて突出した電極部19Aが設けられ、該電極部19Aは、後述の接地用電極26に接続されている。

貫通線路20~24は、伝送線路13~18を直列接続する導体であり、該貫通線路20~24はスルーホール13B~17B内に銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料を充填することによって形成されている。

信号用電極25は、積層体12（磁性体シート12a~12n）の長さ方向両端側にそれぞれ設けられた電極であり、該信号用電極25は、第1の実施の形態による信号用電極5と同様に積層体12の端面を覆うと共に、その表面、裏面および側面をも筒状に覆っている。そして、信号用電極25は、導電性金属材料を塗布した後に、焼き付けることによって形成され、伝送線路13、18の電極部13A、18Bに接続されている。

接地用電極26は、積層体12の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられ、該接地用電極26は、略コ字形状をなし、積層体12の側面に厚さ方向に沿って帯状に延びると共に、その一部が積層体12の表面と裏面とに延伸している。そして、接地用電極26は、例えば積層体12の側面側に導電性金属材料を塗布した後に、焼き付けることによって形成され、接地導体19の電極部19Aに接続されている。

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第1の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができるが、特に本実施の形態では、各磁性体シート12c~12lを貫通して設けた貫通線路20~24によって6層の伝送線路13~18を直列接続したから、伝送線路13~18の全長を長くすることができ、伝送線路13~18を通過するノイズに対する熱損失を増大させ、その減衰量を増加させることができる。

また、伝送線路13~18の幅寸法、磁性体シート12b~12mの厚さ寸法を全てほぼ等しい値に設定することによって、積層された各層の伝送線路13~18での特性インピーダンスを相互にほぼ一致させることができるから、伝送線路13~18の途中で特性インピーダンスが変化することがなく、外部の回路との間でインピーダンス整合を容易に取ることができる。

さらに、伝送線路 13～18 は略コ字状または円弧状をなし、これらの全体によって厚さ方向に対してコイル状に形成したから、ノイズフィルタ 11 の厚さ寸法は増大する傾向があるものの、ノイズフィルタ 11 の底面積をコイル状をなす伝送線路 13～18 の開口面積と同程度に設定することができる。このため、狭い設置場所に対してもノイズフィルタ 11 を配置することができ、ノイズフィルタ 11 の取り付け自由度を向上することができる。

なお、前記第 1 の実施の形態では、伝送線路 3 を直線状に伸長させる構成としたが、第 16 図に示す第 1 の変形例のように積層体 2 の幅方向に往復して蛇行したジグザグ状の伝送線路 3' を設ける構成としてもよく、積層体 2 の長さ方向に往復して蛇行したジグザグ形状の伝送線路 (図示せず) を設ける構成としてもよい。

このように、伝送線路 3' を蛇行したジグザグ状に形成した場合には、第 1 の実施の形態のように伝送線路 3 を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

また、第 2 の実施の形態では、伝送線路 13～18 を略コ字状または円弧状に形成したが、第 1 の変形例と同様にジグザグ状に形成してもよく、渦巻き状等に形成してもよい。

次に、第 17 図および第 18 図は本発明の第 3 の実施の形態によるノイズフィルタを示し、本実施の形態によるノイズフィルタの特徴は、磁性体シート間には同一層に位置して第 1 の伝送線路と第 2 の伝送線路を設け、これら第 1、第 2 の伝送線路と接地導体とを磁性体シート間に交互に積み重ね、複数層の第 1 の伝送線路を直列接続すると共に、これら第 1 の伝送線路とは独立して複数層の第 2 の伝送線路を直列接続する構成としたことにある。

ノイズフィルタ 31 は後述する磁性体シート 32a～32j、第 1 の伝送線路 33～36、第 2 の伝送線路 37～40、接地導体 41、貫通線路 (図示せず)、第 1 の信号用電極 42、第 2 の信号用電極 43、接地用電極 44 によって構成されている。

積層体 32 は、ノイズフィルタ 31 の外形を構成する略角柱状の形状を有し、

該積層体 32 は、例えば 10 枚の磁性体シート 32 a ~ 32 j を積層することによって形成されている。そして、磁性体シート 32 a ~ 32 j は、略四角形の板状に形成され、例えばフェライト等の磁性特性を有するセラミックス材料によって形成されている。

- 5 第 1 の伝送線路 33 ~ 36 は、各組の磁性体シート 32 b, 32 c 間、磁性体シート 32 d, 32 e 間、磁性体シート 32 f, 32 g 間、磁性体シート 32 h, 32 i 間にそれぞれ位置して合計 4 層に設けられ、該各伝送線路 33 ~ 36 は、導電性金属材料によって渦巻き状に形成されると共に、積層体 32 の厚さ方向に対して互いに対向する位置に配置されている。

- 10 ここで、伝送線路 33 の一端側は、積層体 32 の長さ方向（第 18 図中の左、右方向）一端側に向かって延びた電極部 33 A をなし、伝送線路 33 の他端側は、渦巻きの中心側に位置して磁性体シート 32 c, 32 d を貫通するスルーホール 33 B が設けられている。

- 15 また、伝送線路 34 の一端側は、渦巻きの中心側に位置してスルーホール 33 B を通じて伝送線路 33 に接続するための接続部 34 A が設けられ、伝送線路 34 の他端側は、渦巻きの外周側に位置して磁性体シート 32 e, 32 f を貫通するスルーホール 34 B が設けられている。同様に、伝送線路 35 の一端側は、渦巻きの外周側に位置して接続部 35 A が設けられ、伝送線路 35 の他端側は、渦巻きの中心側に位置してスルーホール 35 B が設けられている。

- 20 また、伝送線路 36 の一端側は、渦巻きの中心側に位置してスルーホール 35 B を通じて伝送線路 35 に接続するための接続部 36 A が設けられると共に、伝送線路 36 の他端側は、渦巻きの外周側に位置して積層体 32 の長さ方向他端側に向かって延びた電極部 36 B をなしている。そして、スルーホール 33 B, 34 B, 35 B 内には、第 2 の実施の形態と同様に導電性金属材料からなる貫通線
25 路（図示せず）が形成されている。これにより、伝送線路 33 ~ 36 は、貫通線路を用いて相互に直列接続されている。

また、伝送線路 33 ~ 36 の幅寸法はほぼ等しい値に設定されると共に、磁性体シート 32 b ~ 32 i の厚さ寸法はほぼ等しい値に設定されている。これにより、伝送線路 33 ~ 36 の特性インピーダンスは、その全長に亘ってほぼ一定値

に設定されている。

第2の伝送線路37～40は、各組の磁性体シート32b, 32c間、磁性体シート32d, 32e間、磁性体シート32f, 32g間、磁性体シート32h, 32i間にそれぞれ位置して合計4層に設けられ、該各伝送線路37～40は、
5 第1の伝送線路33～36と異なる位置として第1の伝送線路33～36から積層体32の幅方向（第18図中の前、後方向）に位置ずれて配置され、第1の伝送線路33～36に対して絶縁されている。また、伝送線路37～40は、導電性金属材料によって渦巻き状に形成されると共に、積層体32の厚さ方向に対して互いに対向する位置に配置されている。

10 そして、第2の伝送線路37～40は、第1の伝送線路33～36とほぼ同様の形状をもって形成され、伝送線路37の一端側には電極部37Aが設けられ、伝送線路37の他端側にはスルーホール37Bが設けられている。同様に、伝送線路38, 39の一端側には接続部38A, 39Aが設けられ、伝送線路38, 39の他端側にはスルーホール38B, 39Bが設けられている。さらに、伝送
15 線路40の一端側には接続部40Aが設けられ、伝送線路40の他端側には電極部40Bが設けられている。

そして、スルーホール37B, 38B, 39B内には導電性金属材料からなる貫通線路（図示せず）が設けられている。これにより、伝送線路37～40は、貫通線路によって相互に直列接続されている。

20 また、伝送線路37～40の幅寸法はほぼ等しい値に設定されると共に、磁性体シート32b～32iの厚さ寸法はほぼ等しい値に設定されている。これにより、伝送線路37～40の特性インピーダンスは、その全長に亘ってほぼ一定値に設定されている。

接地導体41は、第1の伝送線路33～36および第2の伝送線路37～40
25 を各層毎に挟むように磁性体シート32a～32jの間にそれぞれ設けられ、各接地導体41は、磁性体シート32b～32iの最上層と最下層とにそれぞれ配置されると共に、磁性体シート32b～32i間に第1, 第2の伝送線路33～36, 37～40と交互に積み重ねられている。

そして、接地導体41は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成さ

れ、磁性体シート 3 2 b ~ 3 2 i を略全面に亘って覆っている。さらに、接地導体 4 1 には第 1 の実施の形態による接地導体 4 とほぼ同様に幅方向両端側に向けて突出した電極部 4 1 A が設けられ、該電極部 4 1 A は後述の接地用電極 4 4 に接続されている。

5 第 1 の信号用電極 4 2 は、積層体 3 2 (磁性体シート 3 2 a ~ 3 2 j) の長さ方向両端側にそれぞれ設けられ、該信号用電極 4 2 は、導電性金属材料によって形成され、信号用の配線に接続される電極となる。また、一方の信号用電極 4 2 は、伝送線路 3 3 の電極部 3 3 A に接続されると共に、他方の信号用電極 4 2 は、伝送線路 3 6 の電極部 3 6 B に接続されている。

10 第 2 の信号用電極 4 3 は、積層体 3 2 (磁性体シート 3 2 a ~ 3 2 j) の長さ方向両端側にそれぞれ設けられ、該信号用電極 4 3 は、導電性金属材料によって形成され、第 1 の信号用電極 4 2 に対して積層体 3 2 の幅方向に位置ずれて設けられ、第 1 の信号用電極 4 2 に対して絶縁されている。また、一方の信号用電極 4 3 は、伝送線路 3 7 の電極部 3 7 A に接続されると共に、他方の信号用電極
15 4 3 は、伝送線路 4 0 の電極部 4 0 B に接続されている。

そして、例えば一方の信号用電極 4 2, 4 3 は信号入力用電極をなし、他方の信号用電極 4 2, 4 3 は信号出力用電極をなしている。なお、一方の信号用電極 4 2, 4 3 を信号出力用に用い、信号用電極 4 2, 4 3 を信号入力用に用いてもよい。

20 接地用電極 4 4 は、積層体 3 2 の幅方向の両端側にそれぞれ設けられ、該接地用電極 4 4 は、導電性金属材料によって形成され、接地導体 4 1 の電極部 4 1 A に接続されている。

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。

25 しかし、本実施の形態では、第 1 の伝送線路 3 3 ~ 3 6 を直列接続すると共に、第 2 の伝送線路 3 7 ~ 4 0 を直列接続したから、第 1, 第 2 の伝送線路 3 3 ~ 3 6, 3 7 ~ 4 0 の全長をそれぞれ長くすることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

また、第 1, 第 2 の伝送線路 3 3 ~ 3 6, 3 7 ~ 4 0 をそれぞれ独立して設け

たから、単一の積層体 3 2 内に第 1 の伝送線路 3 3 ~ 3 6 からなるローパスフィルタと第 2 の伝送線路 3 7 ~ 4 0 からなるローパスフィルタを設けることができる。このため、ノイズフィルタ 3 1 は、全体として 2 つのローパスフィルタを有するノイズフィルタアレイを構成することができるから、2 つのローパスフィルタを個別に形成した場合に比べて、接地導体 4 1、接地用電極 4 4 等を共用することができ、ノイズフィルタ 3 1 を小型化することができる。

次に、第 1 9 図および第 2 1 図は本発明の第 4 の実施の形態によるノイズフィルタを示し、本実施の形態によるノイズフィルタの特徴は、磁性体シートの最上層と最下層とが接地導体となるように当該磁性体シート間に伝送線路と当該接地導体とを交互に積み重ね、複数層の伝送線路の一端側は互いに異なる信号入力用電極に接続し、複数層の伝送線路の他端側は互いに異なる信用出力用電極に接続する構成としたことにある。

ノイズフィルタ 5 1 は後述する磁性体シート 5 2 a ~ 5 2 j、第 1 ~ 第 4 の伝送線路 5 3 ~ 5 6、接地導体 5 7、第 1 ~ 第 4 の信号用電極 5 8 ~ 6 1、接地用電極 6 2 によって大略構成されている。

積層体 5 2 は、ノイズフィルタ 5 1 の外形を構成する略角柱状の形状を有し、該積層体 3 2 は、例えば 1 0 枚の磁性体シート 5 2 a ~ 5 2 j を積層することによって形成されている。そして、磁性体シート 5 2 a ~ 5 2 j は、略四角形の板状に形成され、例えばフェライト等の磁性特性を有するセラミックス材料によって形成されている。

第 1 の伝送線路 5 3 は、磁性体シート 5 2 b、5 2 c 間に設けられ、該伝送線路 5 3 は、導電性金属材料を用いて細い帯状に形成されると共に、積層体 5 2 の幅方向（第 2 0 図中の前、後方向）に複数回に亘って蛇行（往復）したジグザグ状をなしている。そして、伝送線路 5 3 の両端側には、積層体 5 2 の長さ方向（第 2 0 図中の左、右方向）両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 5 3 A が形成され、これらの電極部 5 3 A は、例えば積層体 5 2 の幅方向一端側に配置されている。

第 2 の伝送線路 5 4 は、磁性体シート 5 2 d、5 2 e 間に設けられ、該伝送線

路 5 4 は、第 1 の伝送線路 5 3 と同様に導電性金属材料を用いて蛇行したジグザグ状に形成され、その両端側には積層体 5 2 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 5 4 A が形成されている。そして、これらの電極部 5 4 A は、第 1 の電極部 5 3 A とは異なる位置として例えば積層体 5 2 の幅方向中央側に配置されている。

第 3 の伝送線路 5 5 は、磁性体シート 5 2 f, 5 2 g 間に設けられ、該伝送線路 5 5 は、第 1 の伝送線路 5 3 と同様に導電性金属材料を用いて蛇行したジグザグ状に形成され、その両端側には積層体 5 2 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 5 5 A が形成されている。そして、これらの電極部 5 5 A は、第 1, 第 2 の電極部 5 3 A, 5 4 A とは異なる位置として例えば第 2 の電極部 5 4 A と積層体 5 2 の幅方向他端との中間部位に配置されている。

第 4 の伝送線路 5 6 は磁性体シート 5 2 h, 5 2 i 間に設けられ、該伝送線路 5 6 は、第 1 の伝送線路 5 3 と同様に導電性金属材料を用いて蛇行したジグザグ状に形成され、その両端側には積層体 5 2 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 5 6 A が形成されている。そして、これらの電極部 5 6 A は、第 1 ～第 3 の電極部 5 3 A ～5 5 A とは異なる位置として例えば積層体 5 2 の幅方向他端側に配置されている。

接地導体 5 7 は、第 1 ～第 4 の伝送線路 5 3 ～5 6 を挟むように磁性体シート 5 2 a ～5 2 j の間にそれぞれ設けられ、各接地導体 5 7 は、磁性体シート 5 2 b ～5 2 i の最上層と最下層とにそれぞれ配置されると共に、磁性体シート 5 2 b ～5 2 i 間に伝送線路 5 3 ～5 6 と交互に積み重ねられている。そして、接地導体 5 7 は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体シート 5 2 b ～5 2 i を略全面に亘って覆っている。さらに、接地導体 5 7 には第 1 の実施の形態による接地導体 4 とほぼ同様に幅方向両端側に向けて突出した電極部 5 7 A が設けられ、該電極部 5 7 A は後述の接地用電極 6 2 に接続されている。

第 1 ～第 4 の信号用電極 5 8 ～6 1 は、導電性金属材料によって形成され、該第 1 ～第 4 の信号用電極 5 8 ～6 1 は、積層体 5 2 の長さ方向両端側の側面に位置してそれぞれ一対ずつ設けられている。そして、第 1 ～第 4 の信号用電極 5 8 ～6 1 は、積層体 5 2 の幅方向に対して互いに異なる位置として例えば積層体 5

2の幅方向一端側から他端側に向けて順次配置され、相互の間が絶縁されている。

また、第1の信号用電極58は、第1の伝送線路53の電極部53Aに接続され、第2の信号用電極59は、第2の伝送線路54の電極部54Aに接続され、第3の信号用電極60は、第3の伝送線路55の電極部55Aに接続されると共に、第4の信号用電極61は、第4の伝送線路56の電極部56Aに接続されている。

そして、一対ずつ設けられた第1～第4の信号用電極58～61のうち一方の信号用電極58～61は、信号入力用電極をなし、他方の信号用電極58～61は信号出力用電極をなしている。

10 接地用電極62は、積層体52の幅方向の両端側にそれぞれ設けられ、該接地用電極62は、導電性金属材料によって形成され、接地導体57の電極部57Aに接続されている。

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第1の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。しかし、本実施の形態では、複数層の
15 伝送線路53～56は互いに異なる信号用電極58～61に接続するから、複数層の伝送線路53～56をそれぞれ個別にローパスフィルタとして作動させることができ、全体としてノイズフィルタアレイを構成することができる。

また、第3の実施の形態のように同一層に複数の伝送線路33～36、37～40を形成し、これら複数層の伝送線路33～36、37～40を接続した場合は、ローパスフィルタの個数を増加させるに従って、磁性体シート32a～32jの面積を増加させる必要がある。このため、ノイズフィルタ31に多数のローパスフィルタを設けた場合には、ノイズフィルタ31は大型化し易い傾向がある。

これに対し、本実施の形態では、複数層の伝送線路53～56は各層毎にそれぞれ独立したローパスフィルタを構成するから、ローパスフィルタの個数を増加させる場合であっても、磁性体シート52a～52jの枚数を増加すれば足りる。このため、ノイズフィルタ51内に多数のローパスフィルタを設けた場合であっても、ノイズフィルタ51を小型化することができる。

また、第3の実施の形態のように複数層の伝送線路33～36、37～40を

- スルーホール 33B～35B, 37B～39B (貫通線路) を用いて接続した場合には、不連続点となるスルーホール 33B～35B, 37B～39B 近傍でインピーダンスの不整合が生じ易い。さらに、スルーホール 33B～35B, 37B～39B の穴加工や貫通線路用の導電性ペーストの充填等を行う必要があり、
- 5 製造工程が増加し、製造コストが高くなる傾向ある。

これに対し、本実施の形態では、複数層の伝送線路 53～56 は各層毎にそれぞれ独立したローパスフィルタとして作動するから、伝送線路 53～56 の途中でインピーダンスの不整合が生じることがない。このため、伝送線路 53～56 の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができる。このため、伝送線路 53～56 の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができる。と共に、外部の回路に対してインピーダンス整合を容易に取ることができる。

10 また、本実施の形態では、スルーホールの穴加工等を行う必要がないから、第 3 の実施の形態に比べて、製造工程を簡略化することができ、製造コストを低減することができる。

- また、第 3 の実施の形態のように、同一層に複数の伝送線路 33～36, 37
- 15 ～40 を形成した場合には、隣合う伝送線路 33～36, 37～40 間でクロストークが生じ易い傾向があり、信号が劣化し易い。

これに対し、本実施の形態では、伝送線路 53～56 間には接地導体 57 が設けられているから、接地導体 57 によって隣合う伝送線路 53～56 間でのクロストークを防ぐことができ、信号を確実に伝搬することができる。

- 20 また、第 3 の実施の形態のように、複数層の伝送線路 33～36, 37～40 をスルーホール 33B～35B, 37B～39B (貫通線路) を用いて接続した場合には、貫通線路との接触を避けるために接地導体 41 にもスルーホール 33B～35B, 37B～39B と中心として直径 100 μm 程度の穴を設ける必要がある。この場合、穴の周囲には伝送線路を配置することができないから、1 枚
- 25 の磁性体シートに対して伝送線路が形成可能な面積が減少し、伝送線路が短くなり、ノイズの減衰量が低下し易い。

これに対し、本実施の形態では、磁性体シート 52a～52j にはスルーホールが設けられていないから、伝送線路 53～56 は磁性体シート 52a～52j の全面に亘って配置することができる。このため、伝送線路 53～56 の長さす

法を長くすることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

また、第3の実施の形態のように、複数層の伝送線路33～36、37～40を積層体32の厚さ方向で接続した場合には、伝送線路33～36、37～40が接触しないようにするために、例えば入力用の信号用電極42と出力用の信号用電極42は互いに対向した位置に配置する必要があると共に、入力用の信号用電極43と出力用の信号用電極43も互いに対向した位置に配置する必要がある。

これに対し、本実施の形態では、複数層の伝送線路53～56は各層毎にそれぞれ独立しているから、入力用の信号用電極58～61と出力用の信号用電極58～61とは互いに対向する必要がない。このため、例えば入力用の信号用電極58～61を積層体52の幅方向の一侧から他側に向けて順次配置するのに対して、入力用の信号用電極58～61を積層体52の幅方向の他側から一侧に向けて順次配置することもできる。これにより、入力用の信号用電極58～61と出力用の信号用電極58～61とは、独立して配置することができるから、設計自由度を高めることができる。

さらに、本実施の形態では、複数層の伝送線路53～56は各層毎にそれぞれ独立したローパスフィルタを構成するから、磁性体シート52b～52iの厚さ寸法を異なる値に設定することによって、それぞれのローパスフィルタの特性インピーダンスを容易に相違させることができる。このため、本実施の形態によるノイズフィルタ51は、複数種類の特性インピーダンスをもった配線に対しても容易に適用することができる。

なお、前記第4の実施の形態では、伝送線路53～56をジグザグ状に形成するものとした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば第22図に示す第2の変形例のように両端側が電極部71Aとなった渦巻き状の伝送線路71を形成してもよい。

また、遮断周波数が高い場合のように、伝送線路の長さ寸法が短い場合には、第23図に示す第3の変形例のように、直線状の伝送線路53'～56'を形成してもよい。

また、第24図に示す第4の変形例のように接地導体4"の厚さ寸法T1を伝送線路3"の厚さ寸法T2よりも薄く形成してもよい。これにより、ノイズフィ

ルタ 1 全体の厚さ寸法を薄くすることができ、小型化を図ることができる。また、伝送線路 3'' の厚さ寸法 T_2 を接地導体 4'' の厚さ寸法 T_1 に比べて厚くすることができるから、伝送線路 3'' の直流抵抗を小さくすることができ、より大きな電流を流すことができる。

- 5 さらに、前記各実施の形態では、磁性体シート 2 a ~ 2 d, 1 2 a ~ 1 2 n, 3 2 a ~ 3 2 j, 5 2 a ~ 5 2 j をフェライト等のセラミックス材料によって形成し、これらを焼成する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、磁性体シートを樹脂材料にカルボニル鉄等の磁性粉を混入して形成してもよい。これにより、磁性体シートを接着剤を用いて接合することによって、ノイズフィルタを形成することができる。焼成等の製造工程を省くことができ、生産性を向上させることができる。なお、この場合、ノイズフィルタの遮断周波数は混入する磁性粉の組成および樹脂材料と磁性粉との割合および伝送線路の長さ寸法によって設定されるものである。
- 10

15 産業上の利用可能性

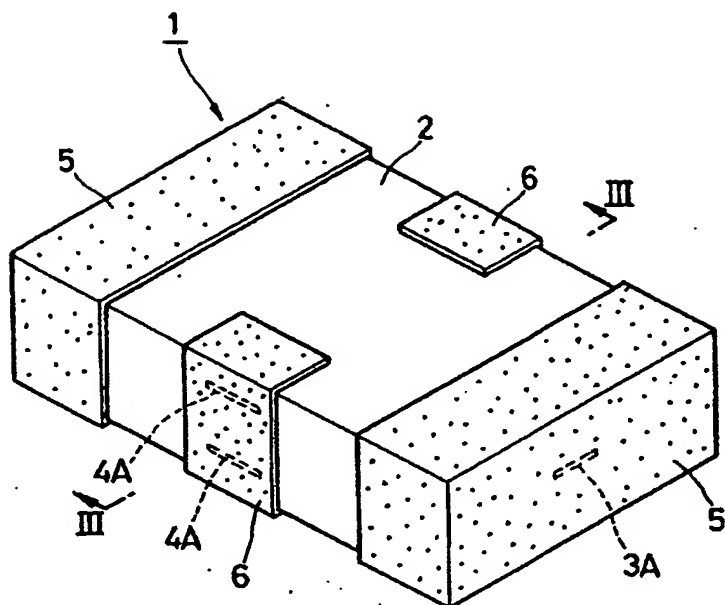
以上のように、本発明にかかるノイズフィルタは、ノイズの共振を防ぐことができ、小型で安価であり、特に信号周波数が 1 0 0 MHz を超えている電子機器に使用されるノイズフィルタとして、有用である。

請求の範囲

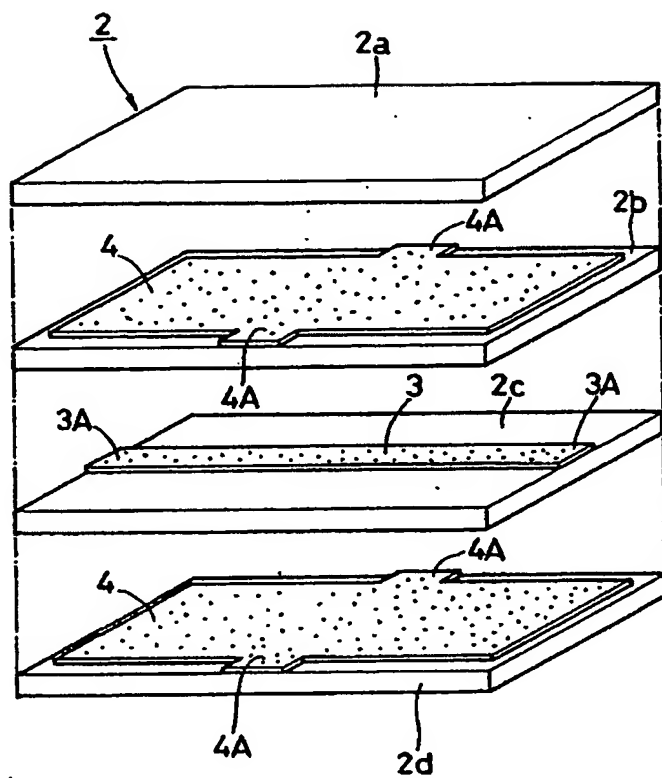
1. 重なり合う2枚の磁性体シートを有し、該2枚の磁性体シート間に伝送線路を配設し、前記2枚の磁性体シートを2枚の接地導体によって上、下から挟む構成としてなるノイズフィルタ。
5
2. 重なり合う複数枚の磁性体シートを有し、これら各磁性体シートの最上層と最下層とに接地導体を配置する状態で、前記各磁性体シート間に伝送線路と接地導体とを交互に積み重ね、複数層の伝送線路を前記各磁性体シートを貫通して設けた貫通線路によって直列接続する構成としてなるノイズフィルタ。
- 10 3. 前記伝送線路は折返し部を有する略円弧状またはコ字状をなし、これらの全体によって厚さ方向に対してコイル状に形成してなる請求項2に記載のノイズフィルタ。
4. 前記伝送線路は蛇行したジグザグ状に形成してなる請求項1または2に記載のノイズフィルタ。
- 15 5. 前記磁性体シートは磁性特性をもったセラミックス材料によって形成してなる請求項1または2に記載のノイズフィルタ。
6. 前記磁性体シートは磁性粉を混入した樹脂材料によって形成してなる請求項1または2に記載のノイズフィルタ。
7. 前記磁性体シートは四角状に形成し、該磁性体シートの長さ方向両端側には
20 前記伝送線路の両端に接続された信号用電極を設け、該磁性体シートの長さ方向中間位置には前記接地導体に接続された接地用電極を設けてなる請求項3に記載のノイズフィルタ。
8. 重なり合う複数枚の磁性体シートを有し、これら各磁性体シートの最上層と最下層とに接地導体を配置する状態で、前記各磁性体シート間に伝送線路と接地
25 導体とを交互に積み重ね、複数層の伝送線路の一端側は互いに異なる信号入力用電極に接続し、複数層の伝送線路の他端側は互いに異なる信号出力用電極に接続する構成としてなるノイズフィルタ。
9. 前記伝送線路は蛇行したジグザグ状に形成してなる請求項8に記載のノイズフィルタ。

10. 前記伝送線路は渦巻き状に形成してなる請求項8に記載のノイズフィルタ。
11. 遮断周波数が200MHzから2GHzの範囲にあり、前記磁性体シートの比透磁率を μ_r 、前記伝送線路の長さ寸法をL [mm] としたときに、 $4 \leq \mu_r \leq 30$ の範囲にあり、 $L/\sqrt{(\mu_r - 1)} \geq 3\text{mm}$ に設定してなる請求項1, 2
- 5 または8に記載のノイズフィルタ。
12. 前記接地導体の厚さ寸法は前記伝送線路の厚さ寸法よりも薄く形成してなる請求項1, 2または8に記載のノイズフィルタ。

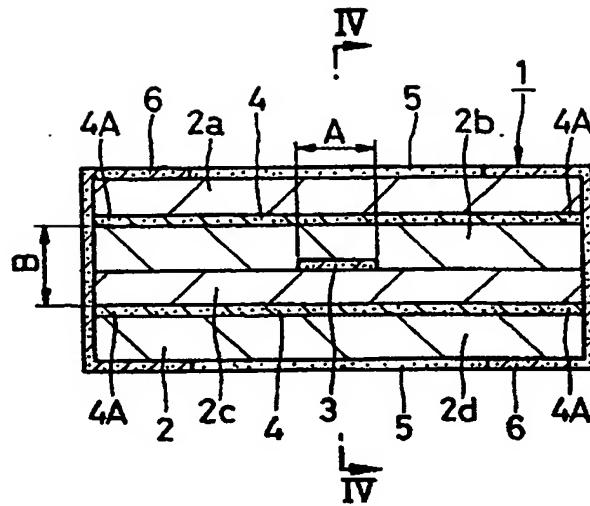
第1図



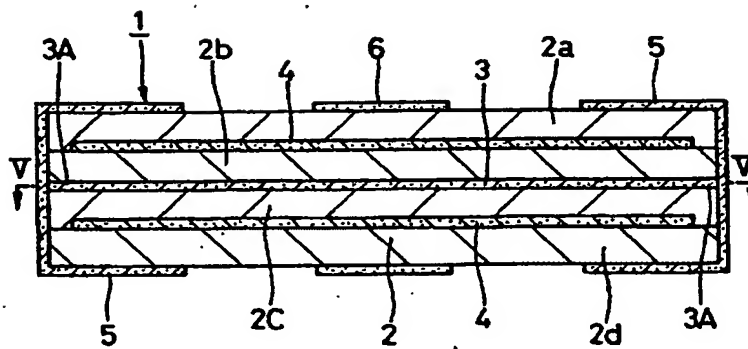
第2図



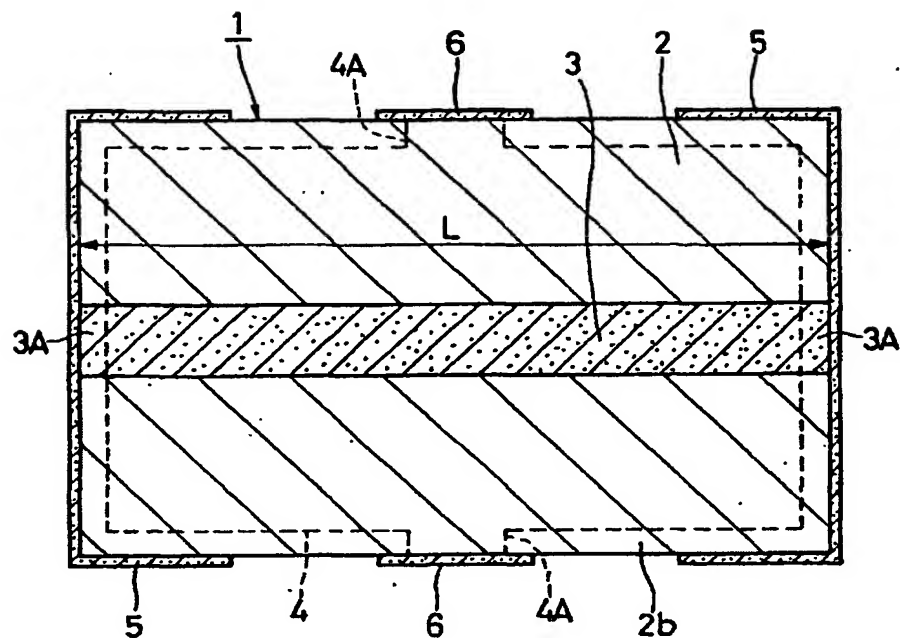
第3図



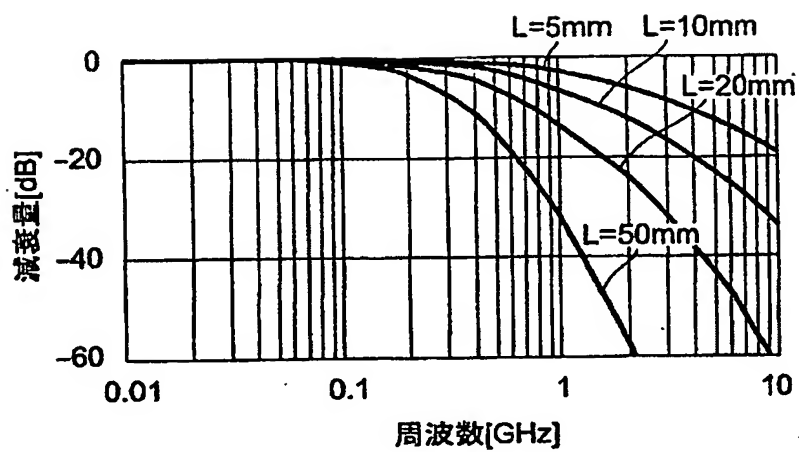
第4図



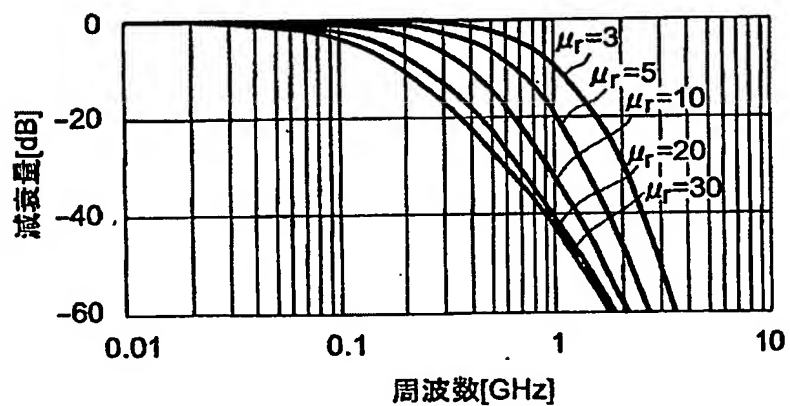
第5図



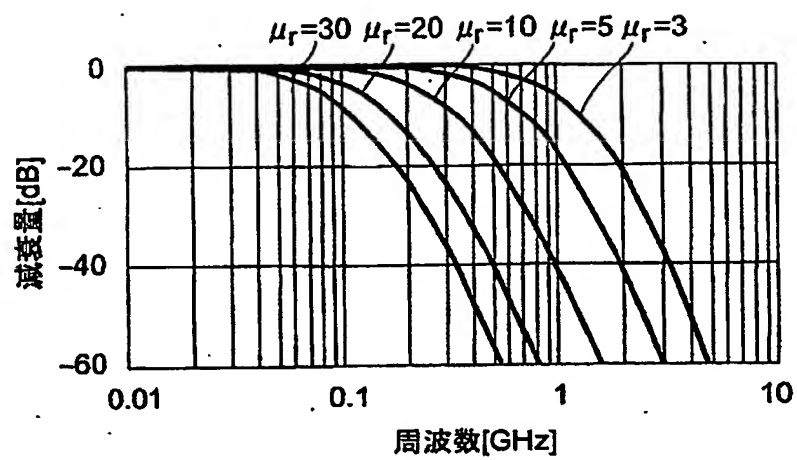
第6図



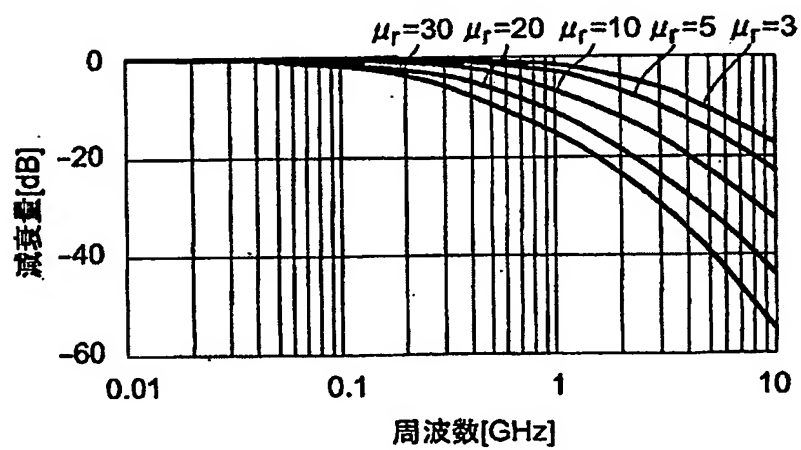
第7図



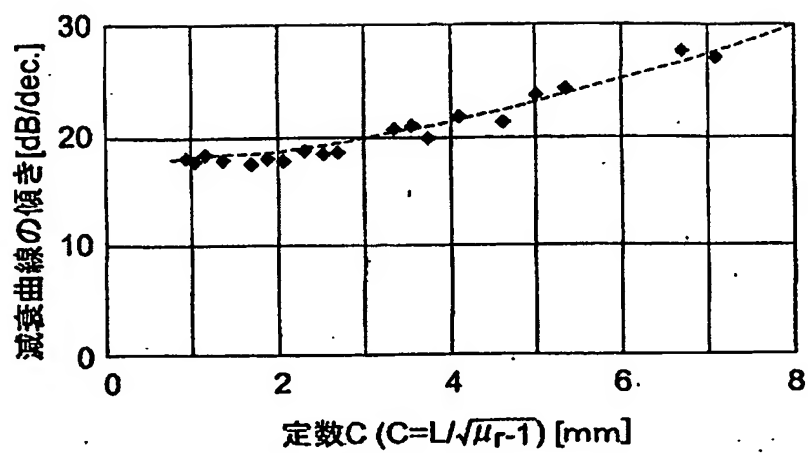
第8図



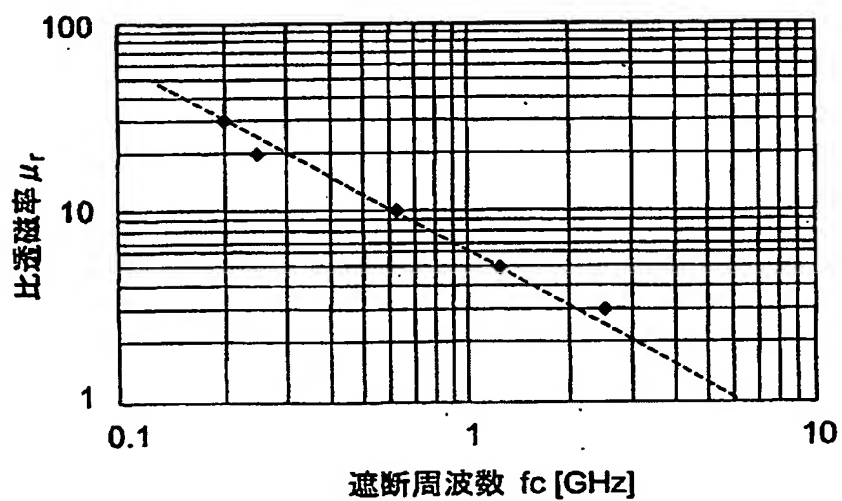
第9図



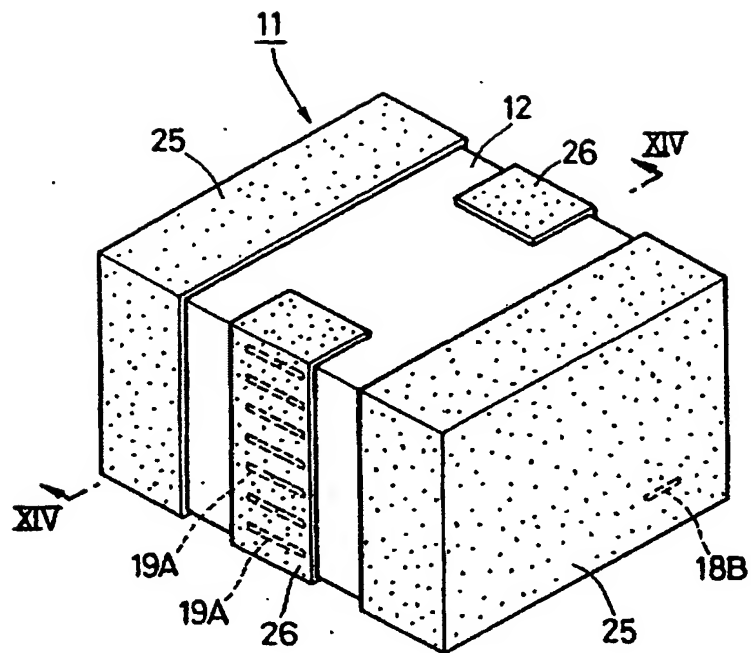
第10図



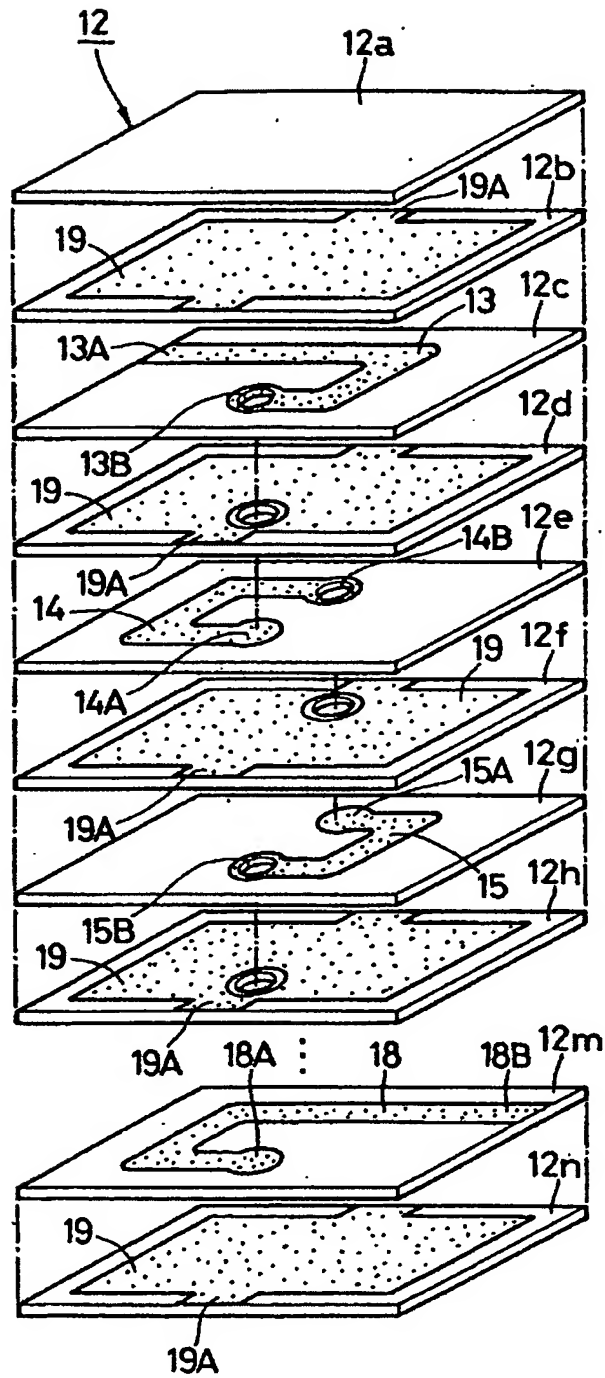
第11図



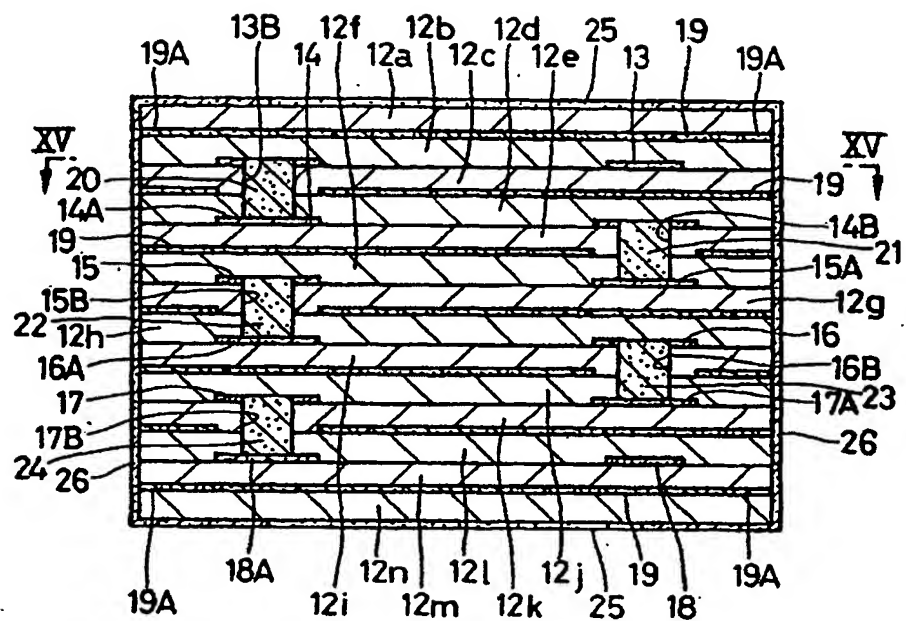
第12図



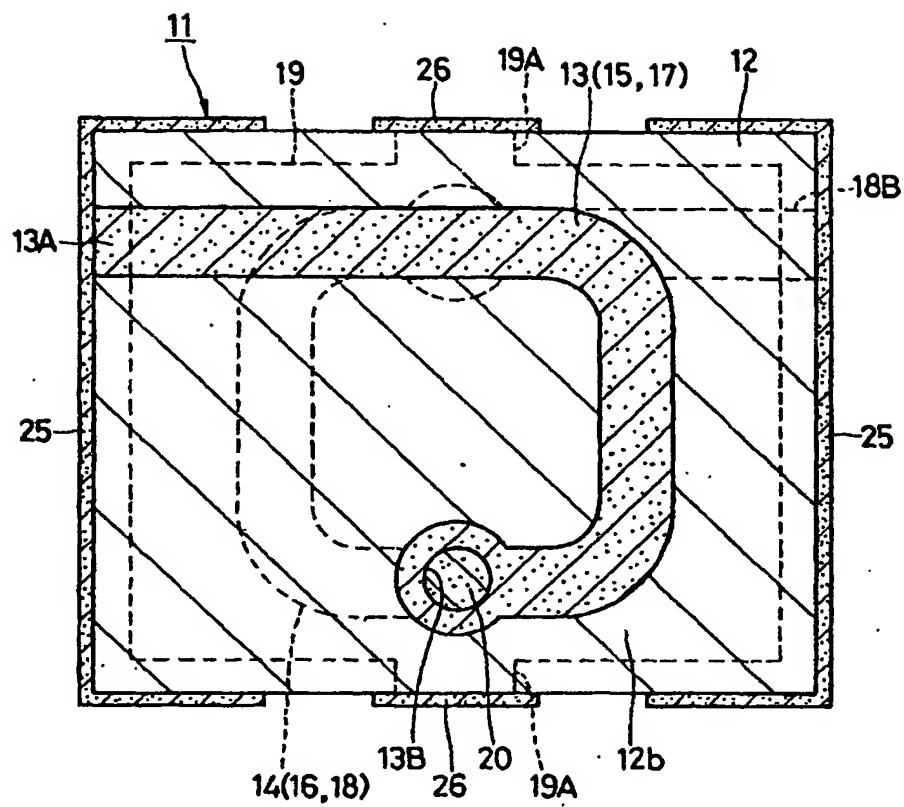
第13図



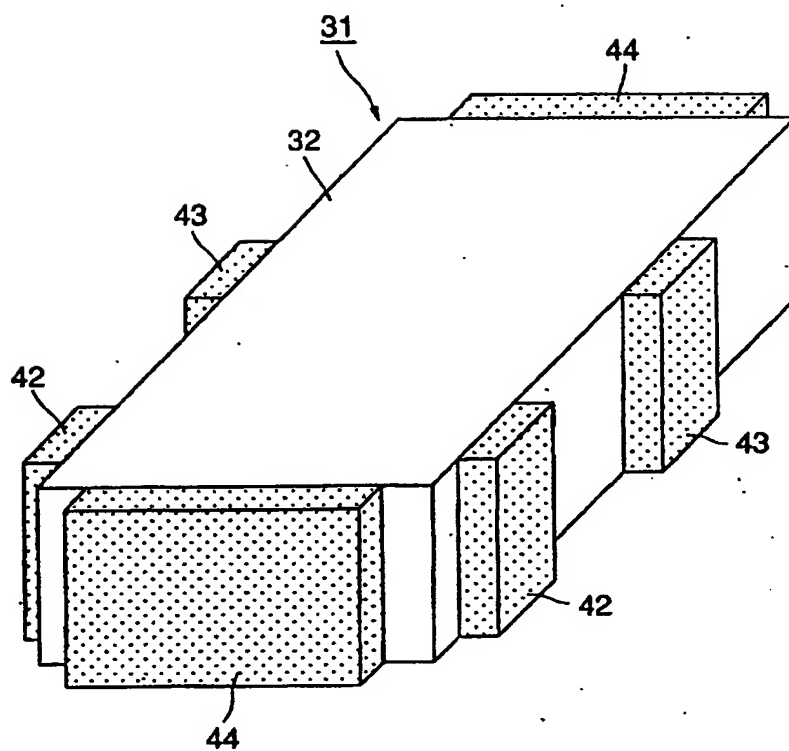
第14図



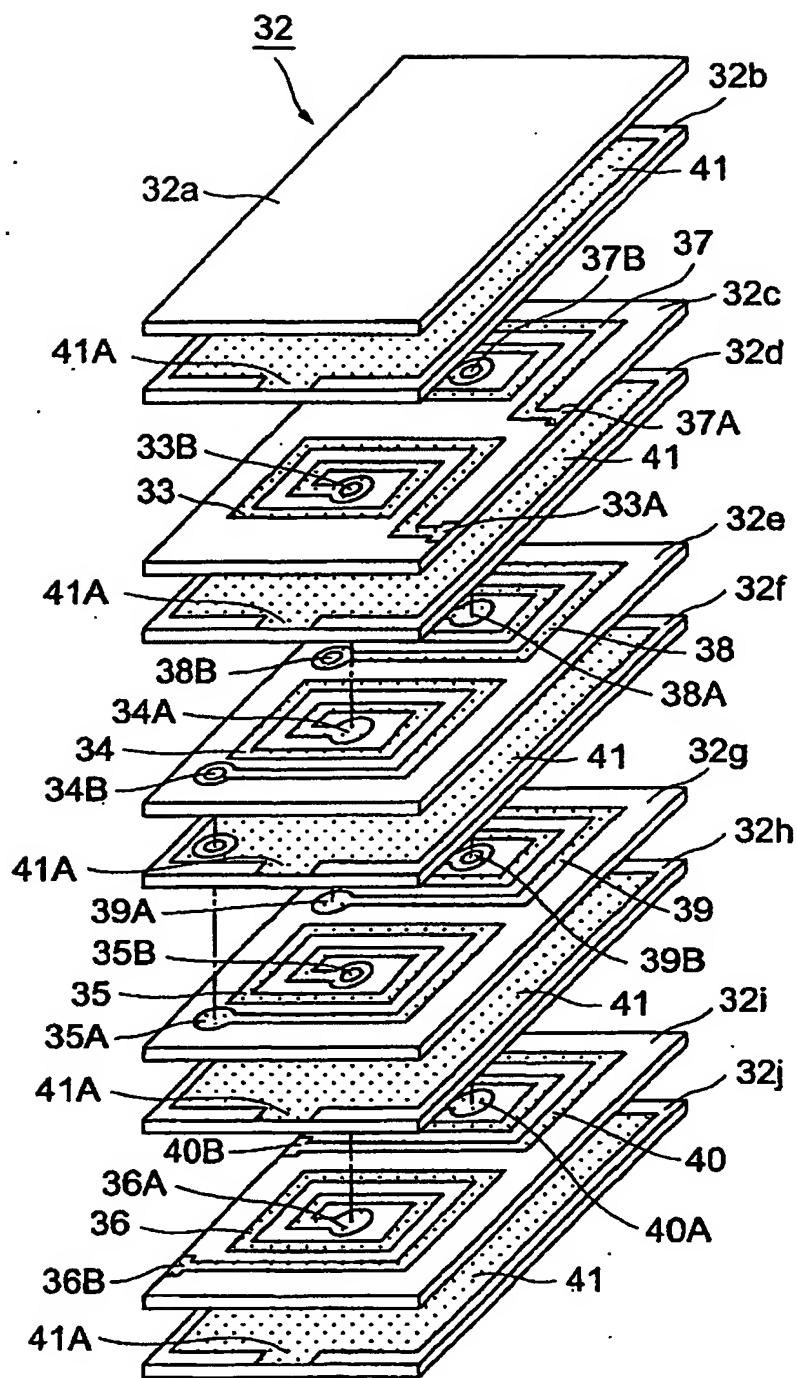
第15図



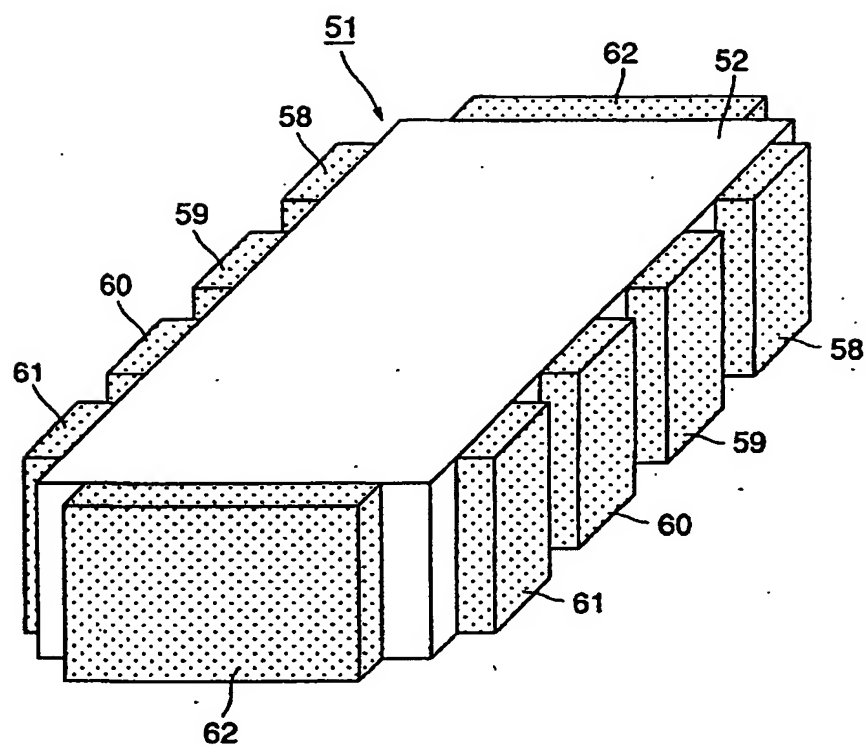
第17図



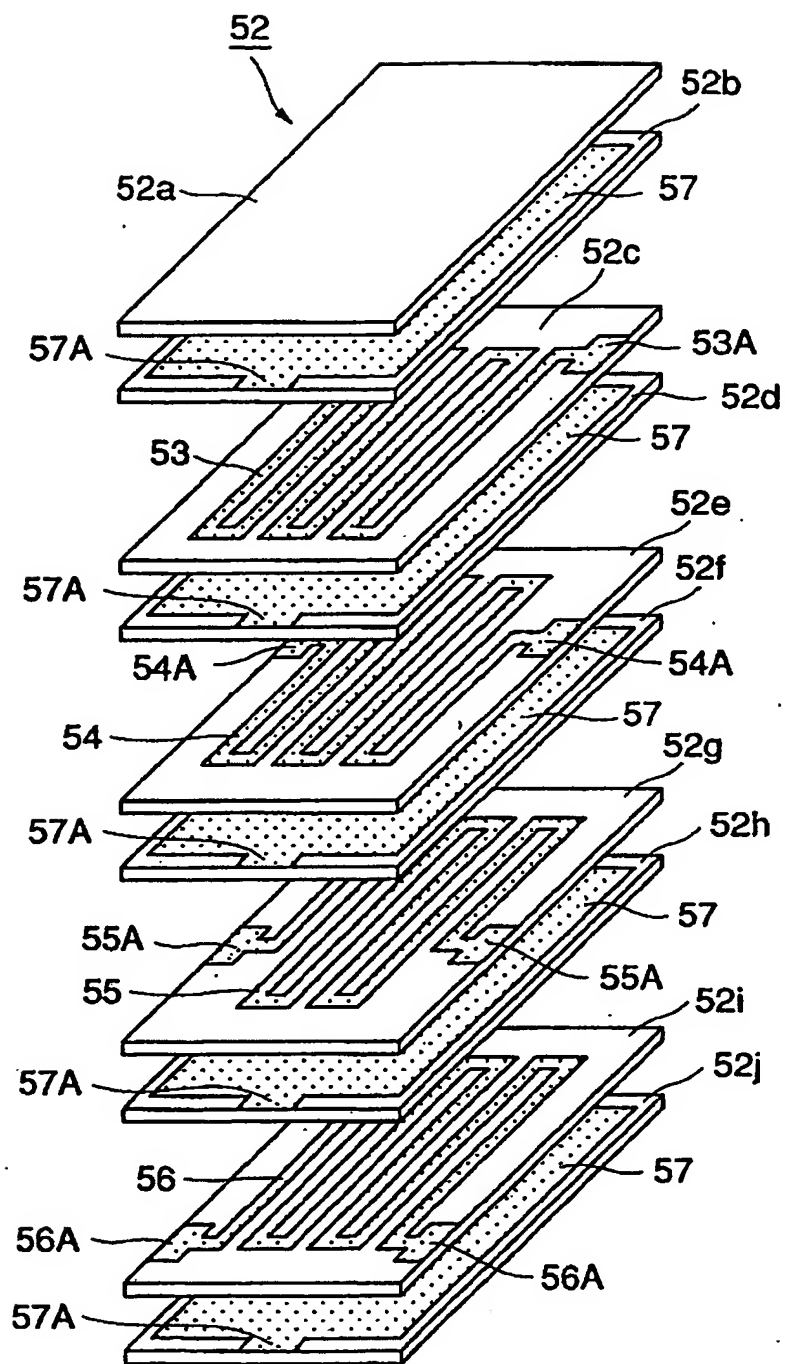
第18図



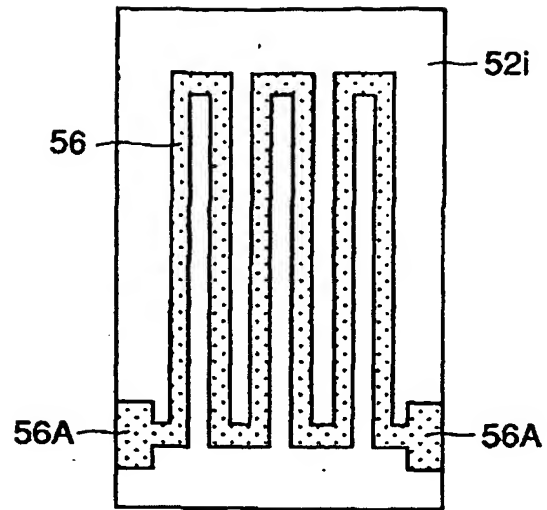
第19図



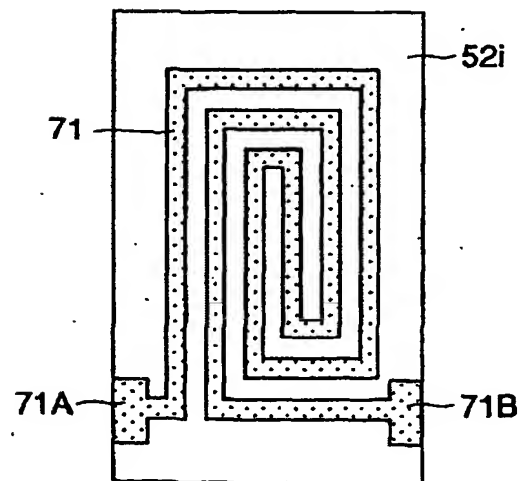
第20図



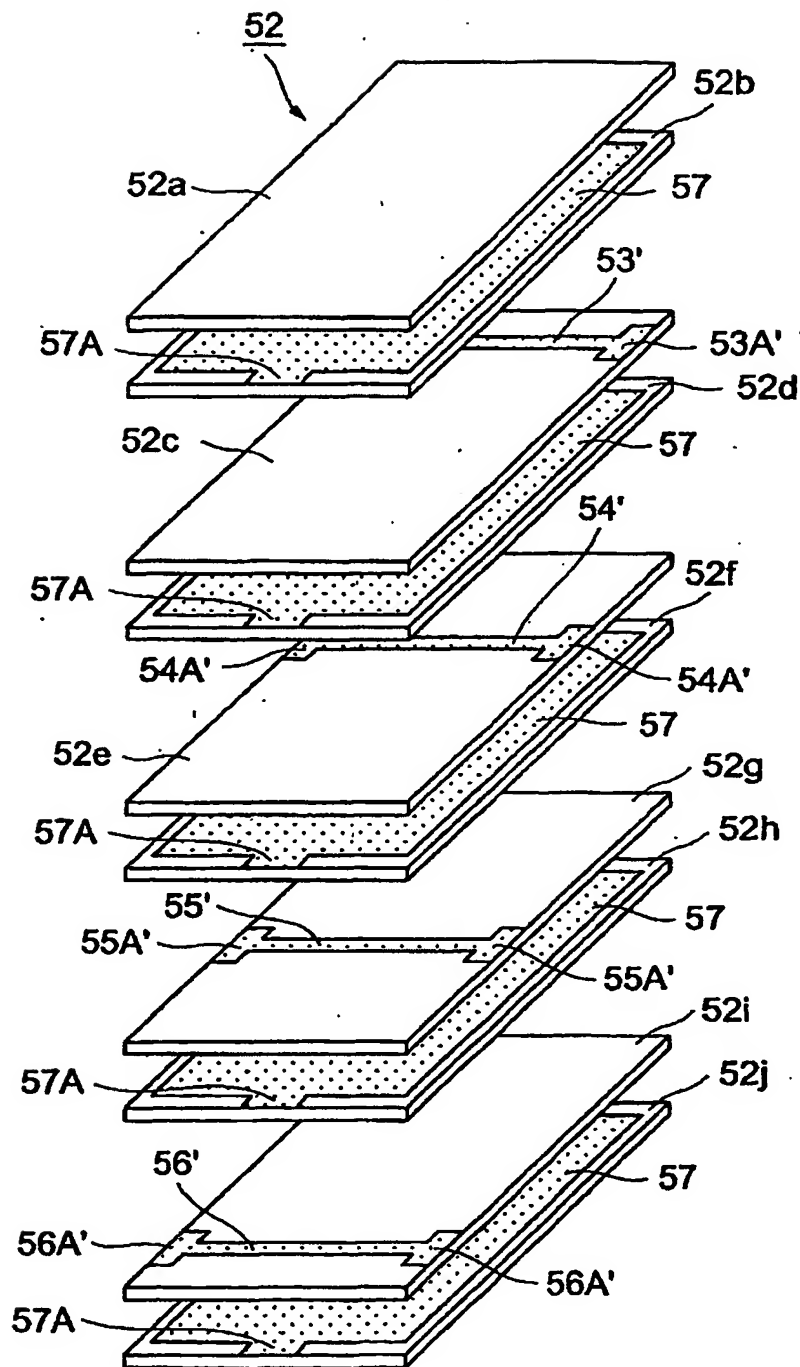
第21図



第22図



第23図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.